

Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Bukit Batu Kabupaten Bengkalis, Riau

*The Distribution of Nitrate, Phosphate, and Phytoplankton Abundance in the
Estuary Waters of the Bukit Batu River, Bengkalis Regency, Riau*

Dinda Nurbaiti^{1*}, Syahril Nedi¹, Irvina Nurrachmi¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia
email: dindanur029@gmail.com

(Diterima/Received: 5 Februari 2026; Disetujui/Accepted: 10 Maret 2026)

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2025. Bertujuan untuk mengetahui sebaran konsentrasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton pada perairan muara Sungai Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dan pengambilan sampel secara langsung, kemudian sampel dianalisis di laboratorium. Sampel diambil pada lima titik sampling yang dilakukan pada saat pasang dan surut. Hasil dari penelitian ini diketahui terdapat 21 spesies fitoplankton yang dapat teridentifikasi di perairan muara Sungai Bukit Batu, dimana didominasi oleh kelas *Bacillariophyceae*. Sebaran tertinggi konsentrasi nitrat dan fosfat pada saat pasang berada pada daerah muara. Sedangkan saat surut sebaran konsentrasi nitrat dan fosfat tertinggi berada pada daerah selat. Untuk sebaran kelimpahan fitoplankton pada saat pasang dan surut kelimpahan tertinggi berada pada daerah muara dan kelimpahan terendah berada pada daerah selat.

Kata Kunci: Sebaran, Nitrat, Fosfat, Kelimpahan Fitoplankton.

ABSTRACT

This research was conducted in January 2025. The objective of this study is to ascertain the distribution of nitrate, phosphate, and phytoplankton abundance in the estuarine waters of the Bukit Batu River in Bengkalis Regency, Riau Province. The present study employed field survey methods and direct sampling techniques, followed by laboratory analysis in the samples. Samples were collected at five points along the shoreline at high and low tide. The results of this study demonstrated that 21 phytoplankton species could be identified in the estuarine waters of the Bukit Batu River, with the *Bacillariophyceae* class constituting the predominant taxa. The highest distribution of nitrate and phosphate concentrations at high tide was observed in the estuary area. At low tide, the highest concentrations of nitrate and phosphate are observed in the strait area. The distribution of phytoplankton abundance exhibits a clear dichotomy between the estuary and the strait areas. At high tide, the estuary area exhibits the highest phytoplankton abundance, while the strait area exhibits the lowest.

Keywords: Distribution, Nitrate, Phosphate, Phytoplankton Abundance.

1. Pendahuluan

Muara sungai merupakan daerah pertemuan air laut dan air sungai, sehingga menimbulkan pencampuran massa air. Massa air ini membawa nutrisi yang kemudian terakumulasi pada muara. Hal tersebut menyebabkan daerah muara biasanya lebih subur dibandingkan sekitarnya. Proses ini dipengaruhi oleh pasang surut, angin, salinitas,

pH, nitrat, dan fosfat (Widada, 2015; Mishbach *et al.*, 2021). Gemilang *et al.* (2018) menyatakan jika kondisi tersebut menyebabkan daerah muara selalu mengalami pertukaran, serta mengalami dinamika yang cukup tinggi.

Fitoplankton merupakan mikroorganisme yang melayang di kolom air dan pergerakannya dipengaruhi oleh arus air laut dan berperan

sebagai produsen primer di perairan. Dapat dikatakan bahwa perairan yang produktivitas primer fitoplanktonnya tinggi akan mempunyai potensi sumberdaya hayati yang besar (Bagaskara *et al.*, 2020). Produktivitas fitoplankton dipengaruhi oleh berbagai macam nutrisi. Nutrien utama yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton adalah nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan fosfor dalam bentuk fosfat (PO_4^{2-}). Nitrat dan fosfat diperlukan oleh fitoplankton untuk pembentukan jaringan dan proses fotosintesis (Dzakwan *et al.*, 2023).

Nitrat merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menunjukkan kualitas perairan, juga sumber nitrogen bagi tumbuhan, yang kemudian dikonversi menjadi protein. Protein yang dihasilkan nitrat bersifat stabil dan mudah larut dalam air. Nitrat bersumber dari ammonium yang masuk ke badan sungai paling banyak melalui limbah domestik. Sumbangan dari daratan yang melalui aliran sungai, yang terdiri atas limbah rumah tangga, limbah industri, dan lainnya yang umumnya mengandung senyawa organik (Arnanda, 2023).

Fosfat sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, memiliki peranan penting pada pertumbuhan fitoplankton atau mikroalga. Fosfat akan dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam proses kemo-autotrofi dan foto-autotrofi dalam proses fotosintesis, sehingga menghasilkan oksigen dan karbohidrat (Mishbach *et al.*, 2021). Sumber nutrisi fosfat biasanya berasal dari aktivitas manusia di daratan yang kemudian mengalir melalui sungai dan bermuara ke laut. Umumnya, sumber nutrisi fosfat berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian. Nutrien fosfat digunakan organisme perairan untuk pertumbuhan (Hindaryani *et al.*, 2020).

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, diketahui jika pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton dipengaruhi oleh beberapa faktor, contohnya konsentrasi nitrat dan fosfat. Kedua nutrisi tersebut dipilih sebagai penelitian ini dikarenakan keduanya secara langsung mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Penelitian ini dilakukan untuk mengungkapkan bagaimana perubahan konsentrasi nutrisi mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Kemudian nilai konsentrasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton akan divisualisasikan dalam bentuk peta sebaran, sehingga dapat

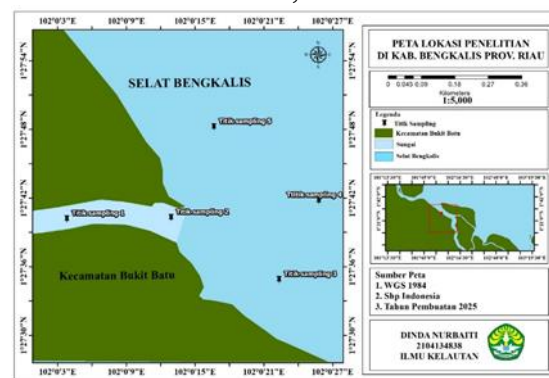
diketahui secara langsung daerah mana yang memiliki konsentrasi tertinggi dan terendah.

Muara Sungai Bukit Batu dipilih sebagai lokasi penelitian. Pemilihan lokasi ini berdasarkan kondisi lingkungan dan banyaknya aktivitas yang terdapat disana. Sungai Bukit Batu termasuk ke dalam kawasan Cagar Biosfer Giam Siak Bukit Batu. Sekeliling muara hingga ke hulu sungai terdapat hutan mangrove, yang diasumsikan memberikan kontribusi masuknya kandungan nutrisi ke perairan.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2025, berlokasi di Muara Sungai Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau (Gambar 1). Analisis sampel nitrat dan fosfat dilakukan di Laboratorium Kimia Laut dan analisis sampel fitoplankton di Laboratorium Biologi Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.



Gambar 1. Peta titik sampling

2.2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei lapangan, dengan pengamatan dan pengambilan sampel secara langsung di perairan muara Sungai Bukit Batu. Dalam pengambilan sampel fitoplankton diperlukan waktu yang tepat. Sehingga sampel yang didapatkan dapat digunakan untuk menghitung kelimpahan fitoplankton. Pengambilan sampel pada saat pasang dilakukan pukul 09.00-12.00 WIB. Sedangkan pada saat surut dilakukan pukul 14.00-17.00 WIB. Sampel yang telah diperoleh kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis dan dibahas secara deskriptif dengan berbagai referensi.

2.3. Prosedur

Penentuan Titik Sampling

Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan telah mewakili muara Sungai Bukit Batu. Sampel diambil pada 5 titik sampling dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Titik 1-2 daerah muara yang masih mendapat pengaruh pasang, lokasi berdekatan dengan hutan mangrove. Selanjutnya titik 3-5, daerah perairan Selat Bengkalis.

Pengambilan Sampel Nitrat dan Fosfat

Sampel nitrat dan fosfat diambil pada lapisan permukaan perairan menggunakan ember, dengan tiga kali pengulangan setiap titik sampling. Selanjutnya, air sampel dimasukkan ke dalam botol polietilen volume 150 ml untuk masing-masing sampel dan diberi label keterangan (titik sampling). Pengawet berupa H_2SO_4 sebanyak 3 tetes diberikan pada sampel nitrat. Botol sampel kemudian dimasukkan ke dalam wadah box untuk menjaga keawetan sampel hingga sampai ke laboratorium untuk dianalisis (Aritonang *et al.*, 2022). Untuk sampel fosfat (Hanifah *et al.*, 2018) wadah box diberi es batu untuk menjaga keawetan sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air pasang dan surut.

Pengambilan Sampel Fitoplankton

Sampel fitoplankton diambil pada permukaan perairan sebanyak 10 L, menggunakan ember bervolume 2 L (5 kali), dengan tiga kali pengulangan setiap titik sampling. Setiap air yang diambil disaring menggunakan plankton net No. 25. Air sampel yang tersaring dipindahkan ke dalam botol sampel bervolume 125 ml. Selanjutnya sampel diberi pengawet menggunakan larutan lugol iodine sebanyak 1-2 tetes (Rumanti *et al.*, 2014) dan diberi label, selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah box kemudian identifikasi di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air pasang dan surut.

Pengambilan PKA

Beberapa parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu menggunakan thermometer, salinitas menggunakan *handrefractometer*, derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter, kecerahan perairan menggunakan

secchi disk, dan kecepatan arus diukur menggunakan *current drogue*.

Pengumpulan Data

Sampel nitrat dianalisis di laboratorium dengan prosedur merujuk pada SNI (2011). Pengukuran konsentrasi nitrat dilakukan dengan cara menyaring air sampel sebanyak 50 ml. Ambil 10 ml air yang sudah tersaring dan tambahkan 4 tetes EDTA 0,01M. Selanjutnya sampel dialirkan melalui kolom reduktor Cd-Cu, kemudian beri 10 tetes Sulfanilamide dan biarkan hingga 2 menit. Terakhir tambahkan 10 tetes larutan N-Naptyl, homogenkan dan biarkan hingga 8 menit. Absorbannya diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm.

Prosedur analisis sampel fosfat merujuk pada SNI (2005), dengan langkah-langkah sebagai berikut. Spektrofotometer dioptimalkan sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar fosfat. Sebanyak 50 ml air sampel dituangkan ke dalam erlenmeyer. Ambil 12,5 ml sampel yang sudah disaring dan tambahkan 10 tetes Amonium Molybdate. Selanjutnya tambahkan 5 tetes $SnCl_2 \cdot 2H_2O$, homogenkan dan tunggu hingga 2 menit, untuk kemudian diukur absorbannya dengan panjang gelombang 690 pada spektrofotometer.

Sampel fitoplankton dibawa ke laboratorium Biologi Laut untuk dianalisis dengan mikroskop Olympus CX21 dan diidentifikasi menggunakan buku Yamaji (1976). Pengamatan dilakukan dengan metode 12 lapang pandang (Hanurandi *et al.*, 2022). Hasil fitoplankton yang didapat dihitung kelimpahannya menggunakan rumus *Lackey Drop Microtransecting Methods* (APHA, 1992):

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{V0}{V1} \times \frac{1}{P} \times \frac{1}{W} n$$

Keterangan:

- N = kelimpahan fitoplankton (ind/L)
- T = luas cover glass (20 mm x 20 mm)
- L = luas lapang pandang (1,882 mm²)
- V0 = volume air sampel dalam botol sampel (125 ml)
- V1 = volume air sampel di bawah cover glass (0,5 ml)
- P = jumlah lapang pandang (12)
- W = volume air yang disaring (10 L)
- n = jumlah plankton yang diamati (ind)

2.4. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton baik secara simultan (keduanya) maupun parsial (masing-masing) digunakan Analisis Regresi Linear Berganda. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Ghozali, 2018).

Besarnya pengaruh konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton ditentukan dengan koefisien determinasi (R^2). Sedangkan untuk mengetahui kuat tidaknya hubungan konsentrasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton diketahui dari nilai koefisien korelasi (r). Bila bernilai positif berarti variabel-variabelnya mempunyai hubungan positif, begitupula sebaliknya. Kriteria nilai hubungan koefisien korelasi (Nasution *et al.*, 2019), yaitu: 0 : Tidak Ada Korelasi; 0,00 – 0,250 : korelasi sangat lemah; 0,251 – 0,500: korelasi cukup; 0,501 – 0,750 : korelasi kuat; 0,751 – 0,99 : korelasi sangat kuat; 1: korelasi sempurna

3. Hasil dan Pembahasan

Parameter Kualitas Air

Muara Sungai Bukit Batu terletak pada Desa Bukit Batu, Kecamatan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Desa Bukit Batu berada pada titik koordinat 01°27'12,7" LU dan 102°03'25,7" BT (Bengkaliskab, 2020). Desa Bukit Batu memiliki daya tarik berupa kawasan hutan mangrove dengan kondisi yang relatif baik. Kawasan hutan mangrove ini dijadikan sebagai Cagar Biosfer Giam Siak Bukit Batu. Selain itu terdapat beberapa peninggalan sejarah seperti Meriam, tombak, Rumah Adat Orang Kaya Raja Negara, Rumah Datuk Laksamana, dan masih banyak lagi (Asro, 2020).

Pengukuran parameter air dilakukan untuk melihat kondisi lingkungan perairan di Muara Sungai Bukit Batu pada saat melaksanakan penelitian. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, salinitas, pH, kecerahan, dan kecepatan arus. Hasil pengukuran kualitas di Muara Sungai Bukit Batu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air

Waktu	Titik sampling	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	Kecerahan (cm)	Kecepatan arus
Pasang (09.00-12.00 WIB)	1	29	15	6,5	15	0,13
	2	28	16	6,3	15	0,2
	3	29	27	7	15	0,25
	4	28	28	7,1	15	0,28
	5	30	27	7	15	0,25
	Rata-rata	28,8	22,6	6,78	15	0,22
Surut (14.00-17.00 WIB)	1	28	11	6,1	15	0,1
	2	27	12	5,8	15	0,18
	3	29	23	6,7	15	0,2
	4	29	25	6,9	15	0,23
	5	30	23	6,6	15	0,2
	Rata-rata	28,6	18,8	6,42	15	0,18

Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Pada perairan muara Sungai Bukit Batu, rata-rata nilai suhu yang diperoleh saat pasang 28,8°C dan saat surut 28,6°C. Nilai tersebut termasuk dalam kategori optimum untuk pertumbuhan fitoplankton yang berkisar 25-32 °C (Siti, 2017). Permukaan perairan memiliki suhu yang lebih tinggi karena terpapar sinar matahari secara langsung. Suhu mengandung daya larut gas-gas yang diperlukan untuk

fotosintesis seperti CO₂ dan O₂ yang mudah larut dalam perairan dengan suhu rendah dibandingkan suhu tinggi (Latuconsina, 2020). Suhu yang meningkat hingga 10 °C dapat meningkatkan konsumsi oksigen biota perairan sekitar 2-3 kali lipat. Perubahan suhu permukaan dapat berpengaruh terhadap proses fisik, kimia dan biologi di perairan tersebut (Kusumaningtyas *et al.*, 2014).

Konsentrasi salinitas di wilayah penelitian ini dipengaruhi oleh siklus pasang surut, sehingga dapat berpengaruh terhadap tingginya

konsentrasi salinitas (Bakri *et al.*, 2020). Rata-rata nilai salinitas yang diperoleh saat pasang 22,6 ppt dan saat surut 18,8 ppt. Tingginya nilai salinitas saat pasang pada muara disebabkan mendapat masukan dari teluk yang membawa air dengan salinitas yang tinggi. Sedangkan saat surut, salinitas lebih rendah disebabkan terjadinya pengenceran oleh aliran air sungai. Wilayah yang sangat dipengaruhi oleh siklus pasang surut merupakan wilayah (zona) yang memiliki jarak terdekat dengan laut, sehingga semakin menjauhi area laut (menuju darat), maka salinitas juga akan semakin menurun (Fahimah *et al.*, 2021). Perairan muara dengan tipe air gambut memiliki kandungan garam yang tinggi, dibandingkan perairan muara lainnya.

Nilai pH di perairan Muara Sungai Bukit Batu saat pasang berkisar 6,3–7,1 dan saat surut berada pada kisaran 5,8–6,9 (Tabel 1). Dapat dilihat pada Tabel 1 jika kondisi perairan dalam keadaan normal cenderung asam. Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa kondisi perairan di lokasi penelitian masih tergolong bagus, karena berada pada kisaran normal untuk muara dan perairan laut (Djunaidi *et al.*, 2024), dan baik untuk pembentukan nitrat dan fosfat, dan pertumbuhan fitoplankton. Nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan, dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di perairan laut (Hermawan, 2019). Kadar pH yang tinggi akan mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam perairan, yang akan mempengaruhi keberadaan nitrat dan fosfat di perairan. Kondisi asam maupun basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Aryawati, *et al.*, 2021).

Perairan yang memiliki nilai kecerahan rendah pada waktu cuaca yang normal dapat memberikan suatu petunjuk atau indikasi banyaknya partikel-partikel tersuspensi dalam perairan tersebut. Kecerahan perairan pada saat pasang dan surut yaitu 15 cm. Kecerahan dipengaruhi oleh tipe air, partikel pada perairan, plankton, dan sinar matahari. Rendahnya nilai kecerahan dikarenakan perairan yang bertipe gambut, dimana perairan tersebut berwarna coklat dan warnanya semakin gelap seiring bertambahnya kedalaman. Selain itu perairan bertipe gambut, banyak

membawa partikel-partikel dari dekomposisi mangrove, sehingga menurunkan nilai kecerahan perairan. Sehingga kecerahan hanya mendapatkan hasil pada kedalaman 15 cm. Tingkat kecerahan perairan sangat menentukan tingkat fotosintesis fitoplankton yang ada di perairan (Djunaidi *et al.*, 2024).

Untuk kecepatan arus berkisar antara 0,13–0,28 m/s saat pasang dan 0,1–0,23 m/s saat surut. Kecepatan ini tergolong kecepatan arus lambat. Kecepatan arus terdiri atas 4 kategori yaitu kategori arus lambat dengan kecepatan pada kisaran 0–0,25 m/s, kategori arus sedang dengan kecepatan pada kisaran 0,25–0,50 m/s, kategori arus cepat dengan kecepatan pada kisaran 0,5–1 m/s dan kategori arus sangat cepat dengan kecepatan di atas 1 m/s (Gunawan *et al.*, 2022). Menurut informasi warga setempat, pada saat dilakukan penelitian masih masuk pasang dan surut lemah, sehingga arus bergerak lambat. Kecepatan arus yang kuat akan mempercepat persebaran organisme planktonik (Aryawati *et al.*, 2023).

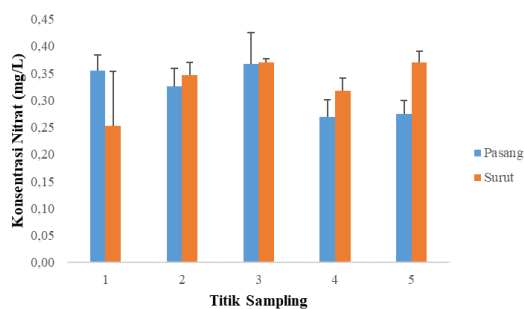
Nitrat

Berdasarkan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan, rata-rata konsentrasi nitrat saat pasang berkisar 0,27–0,37 mg/L. Pada saat pasang dapat dilihat jika konsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampling 3 (0,37 mg/L) dan terendah pada titik 4 (0,27 mg/L). Pada saat surut rata-rata konsentrasi nitrat berkisar 0,25–0,37 mg/L. Nilai konsentrasi tertinggi saat surut berada pada titik 3 dan 5 (0,37 mg/L) dan konsentrasi terendah berada pada titik 1 (0,25 mg/L). Perbandingan rata-rata konsentrasi nitrat saat pasang dan surut dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, nilai konsentrasi nitrat di muara Sungai Bukit Batu tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 10 mg/L untuk kelas 1 dan 2, dan 20 mg/L untuk kelas 3 dan 4. Berdasarkan tingkat kesuburan perairan (Hasrun *et al.*, 2013), termasuk kategori oligotrofik (kurang subur).

Hasil analisis menunjukkan jika konsentrasi nitrat di permukaan perairan muara Sungai Bukit Batu memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan Pulau Untung Jawa di Kepulauan Seribu (Abimanyu *et al.*, 2022). Perairan di muara Sungai Bukit Batu bertipe air gambut, sedangkan Pulau

Untung Jawa memiliki tipe perairan untuk tempat wisata. Sedangkan pada perairan laut Aceh Barat memiliki konsentrasi nitrat lebih tinggi (0,07-0,9 mg/L) (Kusumaningtyas *et al.*, 2024), dibandingkan perairan muara Sungai Bukit Batu. Perairan Aceh Barat merupakan perairan yang memiliki muara sungai yang bersifat terbuka, oleh karena itu perairan muara sungai sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut air laut dan kawasan perairan digunakan sebagai tempat bongkar muat batu bara.

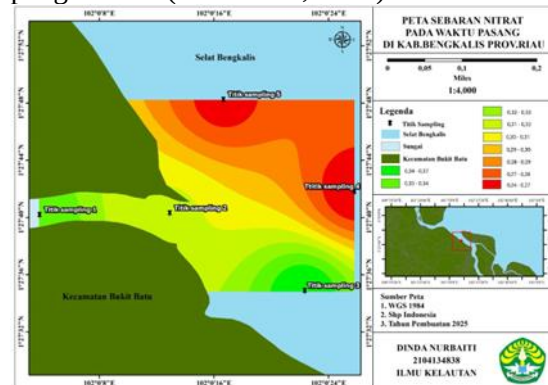


Gambar 2. Konsentrasi nitrat saat pasang dan surut

Sebaran nitrat tertinggi saat pasang berada pada titik 3. Tingginya konsentrasi nitrat pada titik 3 diduga akibat adanya resuspensi sedimen. Menurut Hanifah *et al.* (2018), tingginya arus pada titik 3 menyebabkan sedimen yang ada di dasar perairan naik ke permukaan, sehingga nitrat yang terdapat di dasar juga ikut terbawa ke atas. Daerah penelitian yang dikelilingi oleh hutan mangrove membuat diperkirakan membawa banyak bahan organik masuk ke perairan. bahan organik tersebut menjadi salah satu komponen pembentukan nitrat. Alaert & Santika dalam Syafrizal *et al.*, 2021 menyatakan serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan akan mengalami dekomposisi dan mineralisasi yang akan memberikan tambahan nutrisi. Serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan mangrove (terutama dalam bentuk daun) merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi hutan itu sendiri dan perairan disekitarnya.

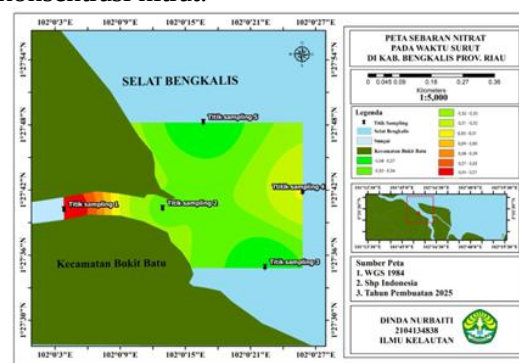
Konsentrasi terendah saat pasang berada pada titik 4. Meskipun kecepatan arus di titik 4 (0,28 m/s) lebih tinggi dibandingkan titik 3 (0,25 m/s), namun lokasinya lebih jauh dari muara sungai. Riggita *et al.* (2015) menyatakan semakin jauh dari pengaruh daratan maka masukkan nitrat ke perairan akan menurun. Salinitas yang tinggi juga mengakibatkan rendahnya konsentrasi nitrat (Hanifah *et al.*,

2018). Selain itu, dapat dilihat pada peta persebaran, saat pasang kadar nitrat lebih tinggi pada daerah menuju muara. Di zona transisi air tawar dan laut, terdapat pencampuran yang mempengaruhi distribusi nitrat. Biasanya, konsentrasi nitrat tinggi di bagian hulu (air tawar) dan menurun ke arah laut karena pengenceran (Karil *et al.*, 2014).



Gambar 3. Sebaran nitrat saat pasang

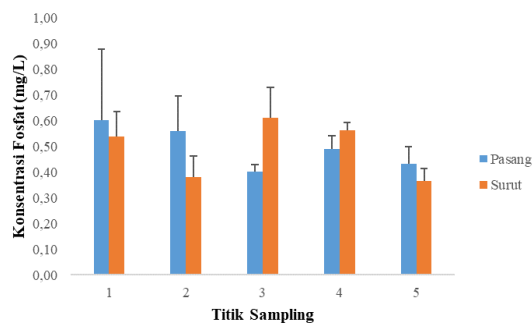
Pada saat surut konsentrasi nitrat lebih tinggi pada daerah menuju Selat Bengkalis. Dinamika arus dan pasang surut menyebabkan nitrat tersebar secara horizontal maupun vertikal. Pada saat pasang, air laut masuk dan mencampur nitrat dengan air sungai. Sedangkan saat surut, nitrat dapat terbawa masuk kembali ke hulu sungai dan ke arah Selat Bengkalis. Sehingga konsentrasi nitrat di titik 1 lebih rendah dibandingkan titik 2 (mulut muara) dan titik 3, 4, dan 5 (daerah selat). Kecepatan arus yang tinggi menyebabkan banyaknya nitrat yang terbawa kembali ke selat. Kadar nitrat semakin tinggi bila kedalaman bertambah, sedangkan untuk sebaran horizontal kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai (Permatasari *et al.*, 2016). Proses biologis seperti penyerapan oleh fitoplankton, denitrifikasi oleh bakteri anaerob, dan sedimentasi juga mempengaruhi konsentrasi nitrat.



Gambar 4. Sebaran nitrat saat surut

Fosfat

Rata-rata konsentrasi fosfat saat pasang berkisar 0,40-0,60 mg/L. Titik 1 merupakan daerah dengan konsentrasi fosfat tertinggi (0,60 mg/L), sedangkan konsentrasi fosfat terendah berada pada titik 3 (0,40 mg/L). Pada saat pasang konsentrasi nitrat cenderung lebih tinggi di daerah muara sungai dibandingkan Selat Bengkalis. Hal tersebut dikarenakan aktivitas antropogenik di sekitar muara sungai lebih tinggi. Rendahnya konsentrasi fosfat dapat disebabkan sedikitnya limbah domestik yang mengandung fosfat di perairan (Fitriyah *et al.*, 2022).

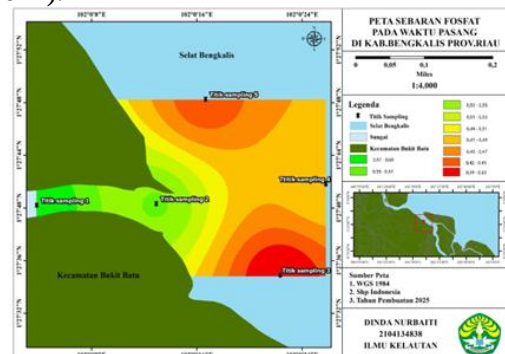


Gambar 5. Konsentrasi fosfat saat pasang dan surut

Pada saat surut, rata-rata konsentrasi fosfat antara 0,37-0,61 mg/L. Konsentrasi fosfat tertinggi berada pada titik 3 (0,61 mg/L), sedangkan fosfat terendah berada pada titik 5 (0,37 mg/L). Nilai konsentrasi fosfat di muara Sungai Bukit Batu melebihi ambang batas baku mutu untuk kelas I dan II yang ditetapkan oleh PP No 22 Tahun 2021. Berdasarkan tingkat kesuburan perairan (Mustofa, 2015), fosfat pada muara Sungai Bukit Batu termasuk kategori eutrofik (kesuburan tinggi) (Gambar 5).

Titik-titik dekat permukiman atau lahan pertanian cenderung memiliki konsentrasi fosfat lebih tinggi. Pada saat pasang, konsentrasi fosfat tertinggi berada pada titik sampling 1. Daerah disekitar titik 1 berdekatan dengan pemukiman warga. Masyarakat yang membuang limbah langsung ke sungai, terutama yang mengandung deterjen dapat meningkatkan konsentrasi fosfat di perairan (Hanifah *et al.*, 2018). Menurut Tungka *et al.* (2016) bahwa limbah rumah tangga berupa deterjen dapat meningkatkan konsentrasi fosfat di perairan, karena salah satu komposisi penyusun deterjen adalah ion fosfat. Diduga arah arus yang datang menuju muara sungai (titik 1 dan 2) menyebabkan konsentrasi nitrat

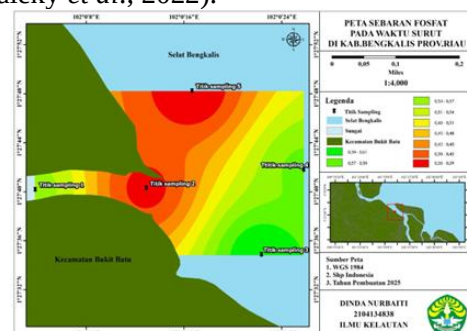
lebih tinggi dibandingkan daerah selat (titik 3, 4, dan 5). Rendahnya konsentrasi fosfat dapat disebabkan sedikitnya limbah domestik yang mengandung fosfat di perairan (Fitriyah *et al.*, 2022).



Gambar 6. Sebaran fosfat saat pasang

Pada saat surut, titik sampling 3 menjadi titik dengan konsentrasi fosfat tertinggi. Hal tersebut diduga disebabkan arah arus laut saat surut bergerak menuju arah tenggara (titik 3 dan 4) kemudian banyak membawa banyak bahan organik dari muara dan mulut muara. Pada daerah muara (titik 1), tingginya konsentrasi fosfat diduga arus balik sungai menuju hulu sungai. Fosfat cenderung berikatan dengan partikel tanah liat atau lumpur, sehingga sering ditemukan dalam bentuk tersuspensi atau terendap di dasar muara. Perairan bertipe gambut lebih banyak membawa partikel tersuspensi yang berasal dari dekomposisi hutan mangrove.

Titik sampling 2 merupakan titik sampling dengan konsentrasi terendah. Hilangnya masukan bahan organik dari sungai dan laut menyebabkan rendahnya konsentrasi disana. Mengakibatkan mulut muara (titik 2) sungai memiliki konsentrasi fosfat yang rendah. Konsentrasi fosfat, baik saat pasang dan surut lebih tinggi dibandingkan konsentrasi nitrat. Hal tersebut mungkin disebabkan tingginya difusi fosfat pada partikel sedimen di perairan (Saleky *et al.*, 2022).



Gambar 7. Sebaran fosfat saat surut

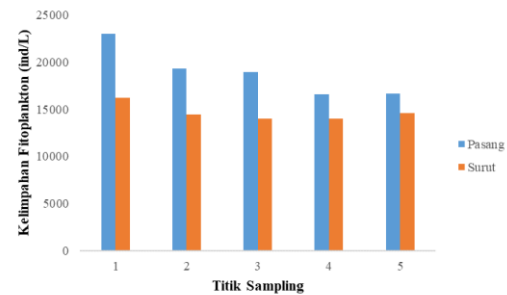
Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan hasil identifikasi, ditemukan 21 jenis fitoplankton yang terbagi menjadi 6 kelas, yaitu kelas *Bacillariophyceae* (pasang 38%, surut 34%), *Chlorophyceae* (pasang 18%, surut 17%), *Chrysophyceae* (pasang 4%, surut 5%), *Cyanophyceae* (pasang 3%, surut 5%), *Dinophyceae* (pasang 31%, surut 33%), dan *Euglenophyceae* (pasang 6%, surut 6%). Dari hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton dapat menunjukkan banyaknya fitoplankton jenis tertentu disuatu perairan. Kelas *Bacillariophyceae* memiliki kelimpahan paling banyak, baik pada saat pasang maupun surut. Hal ini dapat disebabkan karena kelas *Bacillariophyceae* memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan sekitarnya (Aryawati *et al.*, 2021) dan juga mempunyai kemampuan reproduksi yang tinggi dibandingkan kelas fitoplankton lainnya (Aryawati 2007; Syafrizal *et al.*, 2021). Pada penelitian yang dilakukan oleh Syaputri (2022); Madjid *et al.* (2025), jika kelas *Bacillariophyceae* merupakan jenis plankton yang paling banyak ditemukan pada perairan.

Jumlah kelimpahan fitoplankton yang ditemukan disetiap titik sampling bervariasi antara 16.560-22.981 ind/L. Kelimpahan paling banyak ditemukan pada titik sampling 1 berjumlah 22.981 ind/L. Untuk kelimpahan terendah berada pada titik 4 dengan nilai 16.560 ind/L.

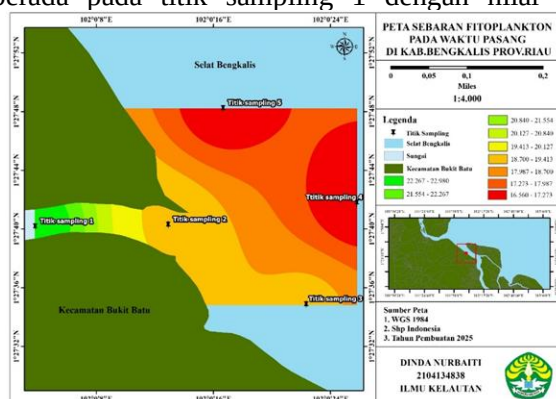
Kelimpahan fitoplankton pada saat surut tidak berbeda jauh dengan saat pasang, antara 13.992-16.206 ind/L. Kelimpahan tertinggi berada pada titik sampling 1 dengan nilai

16.206 ind/L. Sedangkan titik sampling 4 merupakan daerah dengan kelimpahan terendah yaitu 13.992 ind/L (Gambar 8).



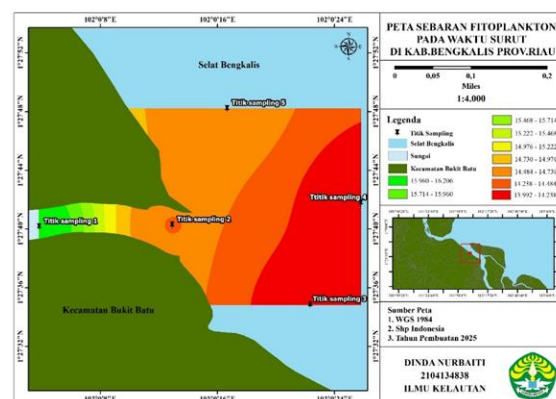
Gambar 8. Kelimpahan fitoplankton saat pasang dan surut

Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada saat pasang dan surut berada pada titik sampling 1. Kecepatan arus pada daerah muara relatif lebih rendah dibandingkan daerah selat. Hal tersebut menyebabkan fitoplankton banyak terakumulasi pada titik 1. Perairan yang relatif tenang cocok sebagai habitat bagi fitoplankton (Nontji 2005; Lazuardi *et al.*, 2022). Pergerakan fitoplankton yang pasif membutuhkan arus untuk bergerak, hal ini berarti kecepatan arus akan mempengaruhi persebaran dan kelimpahan fitoplankton di suatu perairan. Suhu perairan yang optimum mendukung pertumbuhan fitoplankton. Muara sungai umumnya kaya akan nutrisi, sehingga sering menjadi lokasi dengan biomassa fitoplankton tinggi. Muara adalah zona transisi antara air tawar dan laut, sehingga fluktuasi salinitas memengaruhi komposisi spesies fitoplankton.



Gambar 9. Sebaran kelimpahan fitoplankton saat pasang

Gambar 9 dan 10, ke arah laut kontur warna semakin berwarna merah, mengindikasikan semakin rendah kelimpahannya.



Gambar 10. Sebaran kelimpahan fitoplankton saat surut

Dapat dilihat jika fitoplankton tidak terdistribusi secara merata. Fitoplankton di laut umumnya tidak tersebar merata dan hidup

secara berkelompok (NOAA, 2021). Bila dilihat kelimpahan fitoplankton pada setiap titik sampling, secara umum kelimpahan semakin menurun seiring semakin jauhnya dari muara sungai. Hal ini kemungkinan disebabkan letak stasiun yang berada pada muara sungai/mulut sungai, merupakan tempat bertemunya air tawar dan air laut sehingga menjadi tempat pertemuan antara nutrisi yang terbawa dari air sungai dan nutrisi yang terbawa dari air laut. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa pada stasiun-stasiun ini akan dijumpai fitoplankton dengan jumlah yang lebih banyak (Aryawati, 2021).

Pengaruh Konsentrasi Nitrat dan Fosfat Terhadap Kelimpahan Fitoplankton

Untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan muara Sungai Bukit Batu dilakukan analisis uji regresi linear berganda. Data yang diuji meliputi konsentrasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton saat pasang. Nilai signifikan pengaruh nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton secara simultan = 0,701. Sedangkan nilai signifikan secara parsial pada nitrat = 0,412 dan pada fosfat = 0,870. Pada dasar pengambilan keputusan, jika nilai signifikansi > 0,05 berarti bahwa baik secara simultan ataupun parsial nitrat dan fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton.

Pada saat pasang didapat persamaan matematis yaitu $Y = 3892,870 + 6807,070X + 481,730X$. Persamaan menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton, artinya ketika konsentrasi nitrat dan fosfat meningkat maka kelimpahan fitoplankton cenderung meningkat.

Koefisien determinasi (R^2) = 0,057 yang berarti bahwa pengaruh nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton adalah sebesar 5,7%, sedangkan 94,3% lainnya dipengaruhi oleh parameter kimia, fisika, dan biologi lainnya. Persentase pengaruh nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan Desa Timbulsloko, Demak memiliki nilai yang lebih rendah (0,4%) (Napitupulu *et al.*, 2021) dibandingkan perairan muara Sungai Bukit Batu. Koefisien korelasi (r) = 0,240 yang artinya antara variabel nitrat, fosfat, dan

kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan sangat lemah.

Hasil dari uji statistik yang telah dilakukan, untuk melihat pengaruh konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton pada saat surut dapat dilihat pada nilai signifikannya. Secara simultan memiliki nilai = 0,347. Sedangkan nilai signifikan secara parsial pada nitrat = 0,159 dan pada fosfat = 0,561. Pada uji regresi linear berganda berdasarkan pada nilai sig. > 0,05, yang berarti bahwa, secara simultan dan parsial nitrat dan fosfat pada saat surut tidak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton

Persamaan matematis yang diperoleh $Y = 6380,055 - 3397,401X - 743,867X$. Persamaan menunjukkan hubungan negatif antara konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton, artinya ketika konsentrasi nitrat dan fosfat meningkat maka kelimpahan fitoplankton cenderung menurun.

Koefisien determinasi (R^2) = 0,162 yang berarti bahwa pengaruh nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton adalah sebesar 16,2%, sedangkan 83,8% lainnya dipengaruhi oleh parameter kimia, fisika, dan biologi lainnya. Meskipun persentase pengaruh dari nitrat dan fosfat lebih rendah dibandingkan parameter lainnya, namun pada penelitian yang dilakukan oleh Napitupulu *et al.* (2021) di perairan Desa Timbulsloko, Demak memiliki persentase pengaruh yang lebih rendah yaitu 3,4%.

Saat pasang konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan yang positif, namun saat surut memiliki hubungan yang sebaliknya yaitu negatif. Sedangkan pengaruh konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton saat pasang lebih rendah dibandingkan saat surut. Hasil yang berlawanan tersebut dapat disebabkan pada waktu pengambilan sampel saat pasang merupakan waktu yang efektif untuk proses fotosintesis dan perkembangan fitoplankton (Yulianto *et al.*, 2014), sehingga nitrat dan fosfat lebih banyak digunakan. Pada saat surut, reproduksi fitoplankton tidak efisien saat pasang (Permatasari *et al.*, 2021). Mengakibatkan nitrat dan fosfat di perairan tidak banyak digunakan oleh fitoplankton. Sehingga konsentrasinya di perairan lebih tinggi dibandingkan saat pasang. Koefisien korelasi (r) = 0,402 yang artinya

antara variabel nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan cukup.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan pasang dan surut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Arus perairan yang tergolong lemah menyebabkan konsentrasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton tidak memiliki perbedaan yang jauh. Tipe pasang surut yang lemah juga menyebabkan transportasi nitrat, fosfat, dan kelimpahan fitoplankton tidak akan berbeda jauh.

Sebaran konsentrasi nitrat dan fosfat saat pasang dan surut memiliki pola yang berbeda, dimana saat pasang konsentrasi nitrat dan fosfat lebih tinggi di daerah muara. Sedangkan saat surut daerah selat memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Sebaran kelimpahan fitoplankton pada saat pasang dan surut memiliki pola yang sama, yaitu fitoplankton lebih banyak ditemukan di daerah muara dibandingkan daerah selat. Konsentrasi nitrat dan fosfat pada saat pasang dan surut tidak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton.

Oleh sebab itu, untuk mengetahui penyebab dari kelimpahan fitoplankton, diharapkan pada penelitian lanjutan dapat menambahkan parameter yang diukur dan dikaji seperti DO, silikat, TSS, dan lain sebagainya. Sehingga dapat diketahui penyebab dari kelimpahan fitoplankton pada muara Sungai Bukit Batu.

Daftar Pustaka

- Aritonang, S.H., Siregar, Y.I., & Nurrachmi, I. (2022). Vertical Distribution of Nitrate, Phosphate, dan Abundance of Planktonic Diatoms in Pandan Waters, Tapanuli Tengah Regency, North Sumatra. *Journal of Coastal and Ocean Science*, 3(1): 9-16.
- Arnanda, R. (2023). Analisis Kadar Nitrat dalam Air Sungai dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(3): 181-184.
- Aryawati, R., Ulqodry, T.Z., Isnaini, I., & Surbakti, H. (2021). Fitoplankton sebagai Bioindikator Pencemaran Organik di Perairan Sungai Musi bagian Hilir Sumatra Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1): 163-171.
- Asro, A.F. (2020). Desa Wisata Bukit Batu, Suguhkan Keindahan di Kawasan Muara. *Kolom Desa*. (31 Mei 2025).
- Bengkaliskab. (2020). Data monografi Kecamatan Bukit Batu Kabupaten Bengkalis. Bengkalis.
- Dzakwan, A.Z., Endrawati, H., & Ario, R. (2023). Analisis Konsentrasi Nitrat dan Fosfat terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Sengkarang Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(4): 571-578.
- Gemilang, W.A., Wisha, U.J., Rahmawan, G.A., & Dhiauddin, R. (2018). Karakteristik Sebaran Sedimen Pantai Utara Jawa: Studi Kasus Kecamatan Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2): 65-74.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hanifah, D.N., Wulandari, S.Y., Maslukah, L., & Supriyatini, E. (2018). Sebaran Horizontal Konsentrasi Nitrat dan Fosfat Anorganik di Perairan Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(1): 27-32.
- Hanurandi, A.P., Haryati, R., & Soeprbowati, R.T. (2022). Struktur Komunitas Plankton di Waduk Jatibarang Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4): 796-805.
- Hasrun, L., Ma'ruf, M., & Salwiyah, S. (2013). Studi Biodiversitas Diatom Bentik pada Areal Mangrove di Perairan Kecamatan Kolono Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 2(6): 35-47.
- Hermawan, F. (2019). *Hubungan Faktor Fisika Kimia Perairan dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Belawan Provinsi Sumatera Utara*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hindaryani, I.P., Zainuri, M., Rochaddi, B., Wulandari, S.Y., Maslukah, L., Purwanto, P., & Rifai, A. (2020). Pola arus Terhadap Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Mangunharjo, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 313-323.

- Latuconsina, H. (2020). *Ekologi Perairan Tropis Edisi Ketiga*. UGM Press. Yogyakarta.
- Mishbach, I., Zainuri, M., Widianingsih, W., Pancasakti, H., Kusumaningrum, S.D.N., & Pribadi, R. (2021). Analisis Nitrat dan Fosfat terhadap Fitoplankton sebagai Bioindikator Kesuburan Perairan Muara Sungai Bodri. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1): 88-104.
- NOAA. (2021). *Phytoplankton of the Northeast U.S. Shelf Ecosystem. National Oceanic and Atmospheric Administration*. (1 Juni 2025).
- Peraturan pemerintah. (2021). Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Permatasari, R., Djuwito, D., & Irwani, I. (2016). Pengaruh Kandungan Nitrat dan Fosfat terhadap Kelimpahan Diatom di Muara Sungai Wulan, Demak. *Journal of Maquares*, 5(4): 224 – 232.
- Rumanti, M., Rudyanti, S., & Suparjo, M.N. (2014). Hubungan antara Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1): 168-176.
- Siti, A. (2017). Kaitan Konsentrasi Nitrat dan Fosfat dengan Klorofil-a dari Fitoplankton pada Kondisi Lingkungan Perairan yang Berbeda di Pundatan Baji, Kabupaten Pangkep. Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.
- SNI. (2005). *Air dan Air Limbah - bagian 31: Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer secara Asam Askorbat*. SNI 06-6989.31-2005. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI. (2011). *Air dan Air Limbah – bagian 79: Cara Uji Nitrat (NO₃-N) dengan Spektrofotometer UV-visible secara Reduksi Kadmium*. SNI 6989.79:2011. Badan Standarisasi Nasional.
- Yamaji, I. (1976). *Illustration of the Marine Plankton of Japan, 8th Ed*. Hoikushu Publishing Co., Ltd., Tokyo. 563 p